

? ss PN=DE 3041612  
1 SS PN=DE 3041612

? t s8/9/1

8/9/1 [Links](#)

Derwent WPI

(c) 2007 The Thomson Corporation. All rights reserved.

0002101925

WPI Acc no: 1980-86342C/198048

**Electroerosion spark machining heads - have Cardan joint suspension for controllable large electrode wire inclinations**

Patent Assignee: AGIE IND ELEKTRONIK AG (AGIE); LODETTI A (LODE)

Inventor: LODETTI A

Patent Family ( 11 patents, 8 countries )

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	Type
WO 1980002395	A	19801113	WO 1980CH47	A	19800422	198048	B
FR 2454869	A	19801225				198108	E
SE 198008262	A	19810209				198109	E
GB 2062528	A	19810528				198122	E
DE 3041612	A	19810423				198130	E
JP 56500405	A	19810402				198150	E
CH 639308	A	19831115				198350	E
US 4431896	A	19840214	US 1980212727	A	19801226	198409	E
GB 2062528	B	19840510				198419	E
DE 3041612	C	19860821	DE 3041612	A	19800422	198634	E
IT 1120937	B	19860326				198729	E

Priority Applications (no., kind, date): CH 19793930 A 19790426

Patent Details

Patent Number	Kind	Lan	Pgs	Draw	Filing Notes
WO 1980002395	A	DE			
Regional Designated States,Original		DE GB JP SE US			
SE 198008262	A	SV			
CH 639308	A	DE			

#### Alerting Abstract WO A

Workpieces can be spark machined on an electro-erosion machine at a large oblique angle because the guide heads for the electrode can be swivelled. The angle of inclination of the electrode relative to the instantaneous direction of motion is controlled for any trajectory, including numerically controlled trajectories.

The swivelling motion does not obstruct the work area. Individual adjustment of the bottom guide relative to the top guide corrects the relative position of the cone centres.

**Title Terms /Index Terms/Additional Words:** ELECTROEROSION; SPARK; MACHINING; HEAD; CARDAN; JOINT; SUSPENSION; CONTROL; ELECTRODE; WIRE; INCLINATION

### Class Codes

#### International Patent Classification

IPC	Class Level	Scope	Position	Status	Version Date
B23D			Main		"Version 7"
B23H-007/10; B23P-001/08			Secondary		"Version 7"

US Classification, Issued: 219069120, 219069160

File Segment: CPI; EngPI; EPI  
DWPI Class: M11; X24; P54; P56  
Manual Codes (EPI/S-X): X24-F09  
Manual Codes (CPI/A-N): M23-D06

### Original Publication Data by Authority

#### Switzerland

**Publication No.** CH 639308 A (Update 198350 E)  
**Publication Date:** 19831115  
**Language:** DE

#### Germany

**Publication No.** DE 3041612 A (Update 198130 E)  
**Publication Date:** 19810423  
**Language:** DE

**Publication No.** DE 3041612 C (Update 198634 E)  
**Publication Date:** 19860821

**Vorrichtung zur Winkellage-Orientierung von Drahtfuehrungselementen an polar oder kartesisch gesteuerten funkenerosiven Konisch-Schneidanlagen**

**Assignee:** Aktiengesellschaft fuer industrielle Elektronik AGIE Losone bei Locarno, Losone, Locarno, CH  
**Inventor:** Lodetti, Attilio, Losone, CH

Agent: Lewinsky, D., Dipl.-Ing. Dipl.oec. publ.; Prietsch, R., Dipl.-Ing., Patentanwalt, 8000 Muenchen

Language: DE

Application: DE 3041612 A 19800422 (Local application)

Original IPC: B23H-7/10

Current IPC: B23H-7/10(A)

Claim:

- 1. Vorrichtung zur Winkellage-Orientierung von Drahtfuehrungselementen an polar- oder kartesisch gesteuerten funkenerosiven Konisch-Schneidanlagen, wobei die Verlagerungen der Drahtfuehrungselemente als Antriebsvorgabeinformation fuer eine Verschwenkbewegung der Drahtfuehrungselemente herangezogen werden, dadurch gekennzeichnet, dass am aeusseren Ende mindestens eines Drahtfuehrungsarmes (5, 6) ein Drahtfuehrungskopf (3) kardanisch schwenkbar befestigt ist, dass die kardanischen Schwenkachsen (13, 17) des Drahtfuehrungskopfes in einer gemeinsamen Ebene liegen, auf der bei nicht verschwenktem Durchfuehrungskopf die Drahtlaufrichtung zum zweiten Drahtfuehrungskopf (4) senkrecht steht, dass die Achse der Drahtlaufrichtung den Schnittpunkt der beiden kardanischen Schwenkachsen (13, 17) schneidet und dass die kardanischen Schwenkachsen (13, 17) mit Stellantrieben (14, 18; 32, 33; 48) in Wirkverbindung stehen, wobei die Stellantriebe durch die Maschinensteuerung werkstueckabhaengig kontinuierlich steuerbar sind.

## France

**Publication No.** FR 2454869 A (Update 198108 E)

Publication Date: 19801225

Language: FR

## Great Britain

**Publication No.** GB 2062528 A (Update 198122 E)

Publication Date: 19810528

Language: EN

**Publication No.** GB 2062528 B (Update 198419 E)

Publication Date: 19840510

Language: EN

## Italy

**Publication No.** IT 1120937 B (Update 198729 E)

Publication Date: 19860326

Language: IT

## **Japan**

**Publication No.** JP 56500405 A (Update 198150 E)

**Publication Date:** 19810402

**Language:** JA

## **Sweden**

**Publication No.** SE 198008262 A (Update 198109 E)

**Publication Date:** 19810209

**Language:** SV

## **United States**

**Publication No.** US 4431896 A (Update 198409 E)

**Publication Date:** 19840214

**Method and apparatus for orienting the wire guidance heads on spark erosion cutting equipment for eroding with a great wire slope**

**Assignee:** A.G. fur industrielle Elektronik AGIE

**Inventor:** Lodetti, Attilio, CH

**Agent:** Frishauf, Holtz, Goodman & Woodward

**Language:** EN

**Application:** US 1980212727 A 19801226 (Local application)

**Original US Class (main):** 21969.12

**Original US Class (secondary):** 21969.16

**Original Abstract:** To permit machining of workpieces on spark erosion cutting equipment with large angles of inclination, the guidance heads which guide the wire electrode in the cutting zone with respect to the workpiece are pivotably arranged and controlled, by being mounted on individual gimbal suspensions so that it is possible to provide for a controllable slope angle up to large amounts. Individual drive motors control movement about the respective gimbal axes.

## **WIPO**

**Publication No.** WO 1980002395 A (Update 198048 B)

**Publication Date:** 19801113

**PROCESS AND DEVICE FOR ORIENTATING THE GUIDING HEAD OF THE CUTTING WIRE IN AN ELECTRO-EROSION MACHINE**

**Assignee:** IND ELEKTRONIK AGIE LOSONE LOCARNO AG (AGIE)

**LODETTI A (LODE)**

**Inventor:** LODETTI A

**Language:** DE

**Application:** WO 1980CH47 A 19800422 (Local application)

**Priority:** CH 19793930 A 19790426

Designated States: (Regional Original) DE GB JP SE US

Original IPC: B23D-0/00 B23H-7/10 B23P-1/08

Current IPC: B23D-0/00 B23H-7/10 B23P-1/08

Original Abstract: The process and device allow, in an electro-erosion cutting machine by means of a wire, to work with a steep inclination. To this effect, the guiding head of the cutting wire is rotatingly mounted and controlled by, for example, digital control means, so that the cutting wire may take any desired inclination.

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3041612 C1

⑤1 Int. Cl. 4:  
B23H 7/10

②1 Deutsches Aktenzeichen: P 30 41 612.7-34  
⑥6 PCT Aktenzeichen: PCT/CH80/00047  
②7 PCT Veröffentlichungs-Nr.: WO 80/02395  
⑥6 PCT Anmeldetag: 22. 4. 80  
②7 PCT Veröffentlichungstag: 13. 11. 80  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 8. 86

DE 3041612 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
26.04.79 CH 3930-79

⑦3 Patentinhaber:  
Aktiengesellschaft für industrielle Elektronik AGIE  
Losone bei Locarno, Losone, Locarno, CH

⑦4 Vertreter:  
Lewinsky, D., Dipl.-Ing. Dipl.oec.publ.; Prietsch, R.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Lodetti, Attilio, Losone, CH

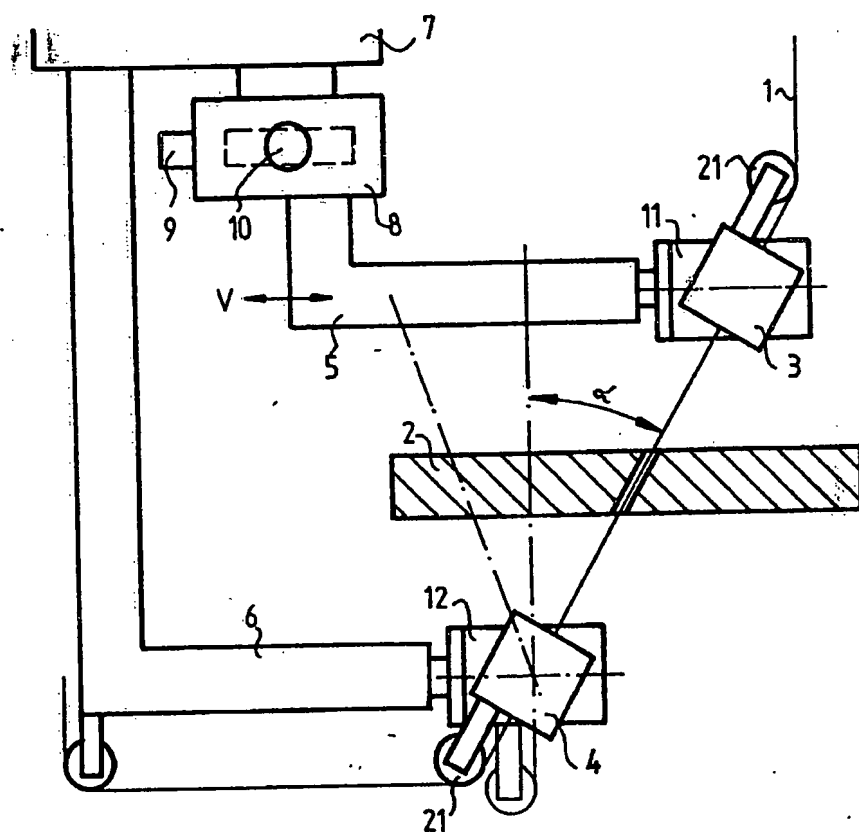
⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-PS	21 55 522
DE-OS	26 44 369
DE-OS	24 01 424
DE-OS	22 55 429
DD	1 15 444
CH	5 13 694
CH	5 13 693
CH	4 86 288

⑤4 Vorrichtung zur Winkellage-Orientierung von Drahtführungselementen an polar oder kartesisch gesteuerten  
funkenerosiven Konisch-Schneidanlagen

DE 3041612 C1

FIG. 1



## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Winkellage-Orientierung von Drahtführungselementen an polar oder kartensisch gesteuerten funkenerosiven Konisch-Schneidanlagen, wobei die Verlagerungen der Drahtführungselemente als Antriebsvorgabeinformation für eine Verschwenkbewegung der Drahtführungselemente herangezogen werden, dadurch gekennzeichnet, daß am äußeren Ende mindestens eines Drahtführungsarmes (5, 6) ein Drahtführungskopf (3) kardanisch schwenkbar befestigt ist, daß die kardanischen Schwenkachsen (13, 17) des Drahtführungskopfes in einer gemeinsamen Ebene liegen, auf der bei nicht verschwenktem Drahtführungskopf die Drahtlaufrichtung zum zweiten Drahtführungskopf (4) senkrecht steht, daß die Achse der Drahtlaufrichtung den Schnittpunkt der beiden kardanischen Schwenkachsen (13, 17) schneidet und daß die kardanischen Schwenkachsen (13, 17) mit Stellantrieben (14, 18; 32, 33; 48) in Wirkverbindung stehen, wobei die Stellantriebe durch die Maschinensteuerung werkstückabhängig kontinuierlich steuerbar sind.

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellantriebe (14, 18; 32, 33; 48) für die kardanischen Schwenkachsen (13, 17) mit mechanischen oder elektrischen Antriebsunterstützungen zur Ausführung der von der Maschinensteuerung gelieferten und gegebenenfalls korrigierten Verstellinformationen in Abhängigkeit von der jeweils eingestellten Rachenweite (H) in Verbindung stehen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkbewegung über Hebel (32, 33) und Gestänge (36, 37) mit einstellbarer Übersetzung von den Antrieben (9, 10) für die Verlagerung zum Konisch-Schneiden abgeleitet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkbewegung über flexible Zug/Schub-Mittel (48) mit einstellbarer Übersetzung von den Antrieben (9, 10) für die Verlagerung zum Konisch-Schneiden abgeleitet ist.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Winkellage-Orientierung von Drahtführungselementen an polar oder kartensisch gesteuerten funkenerosiven Konisch-Schneidanlagen, wobei die Verlagerungen der Drahtführungselemente als Antriebsvorgabeinformationen für eine Verschwenkbewegung der Drahtführungselemente herangezogen werden.

Das funkenerosive Schneiden mit numerischer Steuerung und Drahtelektrode ist zunächst eingeführt worden, um bevorzugt prismatische Durchbrüche in Werkstücken herstellen zu können. Im Schnittwerkzeugbau, bei Sintermatrizen und Extrudiermatrizen liegen jedoch häufig fertigungstechnische Probleme an, bei denen abgesehen vom zylindrischen Durchbruch auch konische Profileinläufe oder Stanzausschnitte bewerkstelligt werden müssen. Zur Vermeidung von Nebenzeiten und von Wechseln auf andere Betriebseinrichtungen soll deshalb ein Weg gesucht werden, auf derselben funkenerosiven Schneidanlage in einer Werkstückanspannung auch diese Bearbeitung durchführen zu können. Die Winkelbeträge können dabei 45° und mehr einnehmen,

so daß die auf den bestehenden Anlagen eingeführten üblichen Führungsmittel nicht ohne weiteres angewendet werden können, da beim Austritt der Drahtelektrode aus einem solchen Führungsmittel unter großer Schräglage Kerbwirkungen und erhöhte Reibungen am Draht verursacht werden, die zu unzulässigen Drahtzugspannungs-Schwankungen und zu Biegungen führen können, die eine bleibende plastische Verformung im Draht hervorrufen.

Die gegenwärtig bekannten Einrichtungen, um das konische funkenerosive Schneiden mit einer Drahtelektrode anzuwenden, haben bevorzugt kleine Schrägneigungswinkel in der Größenordnung von weniger als 2° im Auge und beinhalten deshalb nur Steuerungsverfahren, nach denen die obere zur unteren Drahtführungseinrichtung um kleine Beträge V verlagert geführt werden kann. Dabei kann sowohl eine polare wie eine kartesische Führung der Koordinaten angewendet werden und der jeweilige Verlagerungsbetrag V und seine Richtung entweder fest eingestellt werden (DE-PS 21 55 622/US-P 38 30 996) oder auch rechentechnisch aus der numerischen Steuerung abgeleitet werden und kontinuierlich tangential zur momentanen Schnitttrichtung justiert werden (CH-PS 5 13 693/US-PS 37 31 044 und CH-PS 5 13 694/US-PS 37 31 043). Es sind im Rahmen dieser Lösungen Einrichtungen bekannt, die als Zubehörgeräte zu bestehenden Maschinen montiert werden, aber auch Einrichtungen, die integral in die Maschinen einbezogen werden und bei denen die Arme, die die Führungsköpfe tragen, entsprechend bewegt werden (DE-OS 22 55 429). Nachteil aller dieser Einrichtungen ist wie vorher beschrieben, daß die Führungsmittel nicht auf die Schräglage des Drahtes orientiert werden und daß dadurch große Schrägeinstellungen nicht möglich sind. Es ist zwar bekannt, Führungsmittel wie z. B. Ziehsteine oder Rollen einzusetzen, bei denen die seitlichen Abzugswinkel größer sein können, bei denen jedoch dann der Kontaktpunkt auf dem Auslaufbogen dieses Führungsmittels sich verlagert, so daß bei Veränderung der Konizität Schwankungen bezüglich der Bearbeitungsgeometrie, d. h. auch der Genauigkeit in Kauf genommen werden müssen. Die dadurch entstehenden Werkstück-Geometrie-Fehler haben Größenordnungen, die im normalen Werkzeugbau nicht akzeptiert werden können. Ein Beispiel dieser Art ist in CH-PS 4 86 288 enthalten, bei dem die Signale für die Konik-Verstellmotoren aus der Abtastung einer Schablone gewonnen werden.

Zur Erzielung größerer Neigungswinkel der Drahtelektrode ist auch der Weg beschritten worden, die untere und die obere Drahtführung an einem gemeinsamen Bügel zu befestigen und diesen durch Steuereinrichtungen zu verschwenken (DE-OS 26 44 369), nämlich die Verlagerung des einen Führungskopfes relativ zum anderen durch Schwenkung des die beiden Führungsköpfe tragenden Haltebügels zu bewirken. Dabei wird also die Verlagerung des einen Führungskopfes relativ zum anderen als Antriebsinformation für die Schwenkung der Führungsköpfe der Drahtelektrode benutzt, und der Antrieb für die Schwenkbewegung wird mechanisch und elektrisch ausgeführt. Abgesehen von der schwierigen kardanischen Bewegungslagerung für diesen Bügel und der begrenzten Möglichkeit der Einstellung der Bearbeitungshöhe zwischen den beiden Führungsköpfen hat eine solche Lösung den Nachteil, daß der Haltebügel bei Schrägstellung schnell zu einer Kollision mit dem Werkstück führen kann und daß es nicht möglich ist, die Relativ-Lage des Kegel-Zentrums



für den konischen Schnitt gegenüber dem Werkstück in der Höhe einzustellen. Eine weitere Lösung aus dieser Familie zeigt DD-Patent 1 15 444.

Bekannt ist schließlich noch eine dritte Ausführungsart, bei der zur Erreichung größerer Winkel die Werkstücke auf einer kardanischen Aufhängung montiert und verschwenkt werden (DE-OS 24 01 424). Da die Werkstücke im allgemeinen gegenüber der fast dimensionslosen Drahtelektrode wesentlich störendere Abmessungen annehmen, bedeutet die Ausführung einer kardanischen Aufhängung der Werkstücke im Maschinenbau immer einen beträchtlichen Aufwand. Bei Schrägstellung des mit großen Abmessungen versehenen Werkstückes entsteht zusätzlich der Nachteil, daß die Schwenkbewegung der äußeren Werkstückpartien zu Kollisionen mit der Maschinenstruktur oder den Führungsarmen führen können, die sonst auf besonders weite Führungsdistanzen eingestellt werden müssen. So beträgt z. B. bei einer Winklereinstellung von  $30^\circ$  der Hub der Verschwenkung in nur 200 mm Abstand vom Bearbeitungszentrum bereits 100 mm ( $\sin 30^\circ = 0,5$ ).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ohne Beeinträchtigung des Arbeitsraumes eine Einstellmöglichkeit der Drahtführungen in Drahtrichtung zu finden, wobei die Bearbeitungsgenauigkeit unabhängig vom eingestellten Konuswinkel ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 ergibt durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen eine besonders hohe Flexibilität der Schneidanlage sowie äußerst geringe Schwankungen in der Bearbeitungsgeometrie und damit hohe Genauigkeit für das bearbeitete Werkstück, wobei besonders hohe Konuswinkel bei unverändert hoher Genauigkeit für das Werkstück möglich sind.

Ein Beispiel für einen hier verwendbaren Drahtführungskopf zeigt die CH-PS 5 94 477. Die schnittprofil- und einstellungsabhängige Orientierung der Führungen kann entweder mit mechanischen oder elektromechanischen oder rein elektronischen Antriebseinrichtungen durchgeführt werden.

In der Zeichnung ist die Vorrichtung gemäß der Erfindung in mehreren beispielsweise gewählten Ausführungsformen schematisch veranschaulicht. Es zeigt

— Fig. 1 Übersichtsskizze zur Anordnung orientierbarer Drahtführungsköpfe in der Arbeitszone einer Schneiderodieranlage,

— Fig. 2 Anordnung der kardanischen Aufhängung für den Führungskopf an einem Führungsarm mit motorischem Verschwenkantrieb,

— Fig. 3a und 3b schematische Erklärung der unterschiedlichen Anforderungen an Schwenkbewegung der Führungsköpfe in Abhängigkeit von der Einstellung der Bearbeitungshöhe und von der Lage des momentanen Kegelzentrums,

— Fig. 4 Lösung für den mechanischen Verschwenkantrieb für die Führungsköpfe oben und unten,

— Fig. 5 Lösungsbeispiel für den elektro-mechanischen Antrieb der oberen und unteren Führungsköpfe, abgeleitet von den Antrieben für die kartesische Achsverstellung.

In Fig. 1 wird schematisch und ausschnittsweise die Arbeitszone einer funkenerosiven Schneidanlage dargestellt mit der Drahtelektrode (1) und dem Werkstück (2), wobei die Drahtelektrode durch die Führungsköpfe (3) und (4) gegenüber dem Werkstück in der beabsich-

tigten Lage geführt wird. Die Führungsköpfe selbst befinden sich an Tragarmen (5 und 6), welche am Maschinengestell, das nur mit (7) angedeutet ist, befestigt werden. Der obere Drahtführungsarm (5) ist dabei an einem Koordinatenschlitten (8) montiert, der in diesem Fall eine kartesische Ausführungsart mit den Motoren (9) und (10) darstellt, wodurch es möglich ist, den Arm (5) gegenüber dem Gestell (7) im Rahmen der Verstellmöglichkeiten des Koordinatenschlittens (8) zu verstellen, so daß der obere Führungskopf (3) gegenüber dem unteren Führungskopf (4) eine Relativlage einnimmt, die zur Schrägführung des Drahtes im Werkstück benötigt wird. Der Neigungswinkel des Drahtes gegenüber dem Werkstück wird im Vergleich zur zylindrischen Lauf- 15 richtung des Drahtes gemessen und ist mit  $\alpha$  gekennzeichnet. Es ist wohl selbstverständlich, daß die Drahtelektrode während der konkreten Bearbeitung von Antriebsmitteln bewegt wird und daß auf das Werkstück (2) gegenüber dem Koordinatentisch der Maschine mit in der Skizze nicht enthaltenen Aufspannmitteln befestigt wird. Die Drahtführungsköpfe (3) und (4) sind an den Armen (5) und (6) gemäß der Erfindung in einer kardanischen Aufhängung (11) und (12) befestigt und können deshalb entsprechend dem Winkel  $\alpha$  in Schräglage verschwenkt werden. Einzelheiten dieses Vorganges werden im folgenden anhand der Fig. 2 erklärt, die schematisch sowohl für den oberen wie für den unteren Führungsarm identisch ist und nur spiegelbildlich angeordnet werden muß.

In Fig. 2 zeigt (5), (6) den Endteil des die Führungsköpfe tragenden Armes der Maschine, an dem die Führungsköpfe für den Draht (3, 4) in einer kardanischen Aufhängung (11, 12) befestigt werden. Diese Aufhängung besteht zunächst aus einem Zapfen (13), der drehbar stirnseitig in das Endstück des Tragarmes gelagert ist und der um diese Lagerung verschwenkt werden kann. In diesem Beispiel erfolgt das über einen Antrieb durch einen Regelmotor (14), der mit seinem auf der Motorwelle montierten Ritzel (15) ein Gegenzahnrad (16) treibt, das mit dem Zapfen (13) fest montiert ist. An der kardanischen Aufhängung (11, 12) ist der Führungskopf (3, 4) in einer zur ersten Lagerung senkrechten Ebene erneut drehbar befestigt und gelagert durch den Zapfen (17). Auch in diesem Fall erfolgt der Schwenkantrieb über einen Regelmotor (18) mit einem auf seiner Motorwelle montierten Ritzel (19) auf ein Zahnrad (20), das fest auf dem Lagerzapfen angeordnet ist. Die Schwenkebenen in den Zapfen (13) und (17) sind im Niveau konstruktiv so angeordnet, daß sie in der Ebene liegen, wo in den Führungsköpfen (3) und (4) die Drahtelektrode aus dem Drahtführungsmittel austritt. Dadurch wird bei Ausführung der Verschwenkung keine weitere Lageveränderung dieses Austrittspunktes außer der Verschwenkung hervorgerufen. Damit die Drahtelektrode von ihrer Zuführseite oder Entsorgungsseite ohne Probleme zu den Drahtführungsköpfen zugeführt werden kann, ist es notwendig, an der entsprechenden Seite noch eine zusätzliche Umlenkrolle (21) anzuordnen, die um die Drahtachse an ihrem Halter (22) drehbar angeordnet ist und sich automatisch nach der jeweiligen Schräglage orientiert. Die Laufrichtung der Drahtelektrode (1) ist bei Einstellung der Anordnung auf  $\alpha = 0^\circ$  genau senkrecht zur Ebene, die von den Bewegungsachsen der Schwenkzapfen (13) und (17) aufgespannt wird. Die Regelmotoren (14) und (18) erhalten von der numerischen Steuerung ihre Bewegungsinformationen auf definierte Winkellage, die sich mathematisch bestimmt nach dem Größenbetrag des Winkels

$\alpha$  und nach der Lage des momentanen Kegelzentrums gegenüber dem Werkstück. Die Bestimmung dieser Berechnungen erfolgt gleich wie die Rechnung der Verlagerung der oberen Führung relativ zur unteren Führung in kartesischen, bzw. polaren Koordinatensystemen gemäß CH-Patent 5 13 694/BE 13'886 und CH-P 5 13 693/BE 13'887.

Aus Fig. 3a wird deutlich, daß bei unterschiedlich eingestellter Rachenweite zwischen den Führungsköpfen (3) und (4) mit entsprechend unterschiedlicher Distanz  $H1$  bzw.  $H2$  zwischen den Haltearmen (5) und (6) der Verschwenkungswinkel der Führungsköpfe (3, 4) immer gleich dem Neigungswinkel  $\alpha$  der Drahtelektrode ist. Das bedeutet auch, daß die Verschwenkung der Führungsköpfe bei unterschiedlicher Rachenweite in bezug auf die Verlagerung  $V1$  bzw.  $V2$  des Führungskopfes (3) gegenüber dem Führungskopf (4) eine geänderte Beziehung einnimmt.

In Fig. 3b ist ein Fall dargestellt, wo der Zentrums- punkt für die Kegelstellungen der Elektrode (1) nicht bei einem der Führungsköpfe (3, 4) liegt, sondern zwischen den Führungen angeordnet ist. Bei einer solchen Anordnung wird zusätzlich die untere Führung (4) an ihrem Tragarm (6) aus der strich-punktierten Achse für die zylindrische Schnittlage herausbewegt. Es wird ohne weiteres deutlich, daß der Schwenkwinkel  $\alpha$  für die Führungsköpfe damit zu der Verlagerung  $V3$  eine andere Relation einhalten muß als bei den Fällen, die in Fig. 3a beschrieben wurden.

In Fig. 4 wird eine rein mechanische Lösung für das Verfahren der »orientierten Drahtführungsköpfe« prinzipmäßig dargestellt. An den Drahtführungsköpfen (3, 4) wird ein Auslenkhebel (30) angebracht, der sich über ein sphärisches Lager (31) jeweils in einem Verstellhebel (32, 33) abstützt. Die beiden Verstellhebel sind zur Einstellung des Schwenkwinkelbetrages im Verhältnis zur Relativverlagerung  $V$  zwischen den Führungsköpfen auf verschiedene Hebelverhältnisse verstellbar und werden jeweils mit Hilfe einer Klemmschraube (34, 35) geklemmt an eine Halterung (36, 37). Dabei ist die Halterung für den oberen Führungsarm, der selbst im Koordinatenschlitten (8) bewegt werden kann, an dessen feststehenden Teil abgestützt, während der feststehende untere Arm seinen Halter (37) fest mit dem beweglichen oberen Tragarm (5) verbunden hat. Beim Antrieb der Motoren (9, 10) zur Einstellung der relativen Verlagerung des oberen Führungskopfes zum unteren Führungskopf, wobei dies für die volle Bearbeitungsebene gilt, wird so über die Halter (36, 37) und die Verstellhebel (32, 33) die durch das eingestellte Übersetzungsverhältnis bestimmte Auslenkung der Führungsköpfe automatisch ausgelöst.

Fig. 5 zeigt eine elektro-mechanische Alternative, die zur Vermeidung von störenden Gestängen in der Arbeitszone die Antriebe der Verschwenkbewegung mit Hilfe von biegbaren Zug/Schub-Mitteln (48) ausführt. Auf den Antriebsmotoren (9, 10) für die Relativverlagerung zwischen oberer und unterer Führung wird zusätzlich ein kleines Getriebe (40) montiert, in dem ein Ritzel (41) auf der Motorwelle (42) montiert ist. Beim Betrieb des Motors zur Verlagerung der Führungsköpfe wird durch die Drehung des Ritzels je eine Zahnstange (43, 44) verschoben, die mit dem Zug/Schub-Mittel (48) in direkter fester Verbindung steht und die ihre Verlagerung damit über die biegsame Antriebseinrichtung zu den Führungsköpfen jeweils oben und unten überträgt. Dort wird gemäß der Skizze in Fig. 2 die Verschiebewegung jeweils auf die Zahnräder (20) für die eine Achse

se bzw. auf die Zahnräder (16) für die andere Achse wiederum mit Hilfe von Zahnstangen übertragen. Damit die Schiebewegung genügend leichtgängig ist, sind die Zahnstangen in Lagern (45) axial leicht beweglich und zur Erzielung einer guten Präzision wird um das Zug/Schub-Mittel ein biegeelastisches Distanzrohr (46) geführt, das als Abstützung zwischen der Antriebsstelle und der Abtriebsstelle an den Führungsköpfen liegt. Zur Einstellung des Übertragungsverhältnisses zwischen der Verlagerungsbewegung und der Schwenkpunkte der Führungsköpfe kann die Untersetzung zwischen Zahnstange und Ritzel entweder im Getriebe (40) verändert werden oder an den Führungsköpfen im Verhältnis zu den Zahnrädern (20) und (16).

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 2

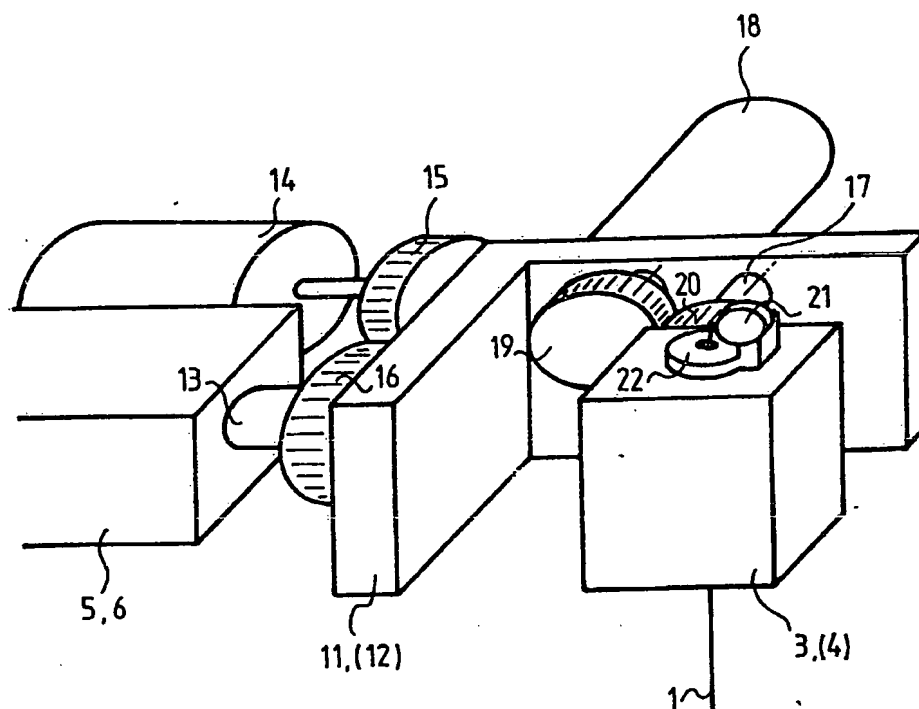


FIG. 3a

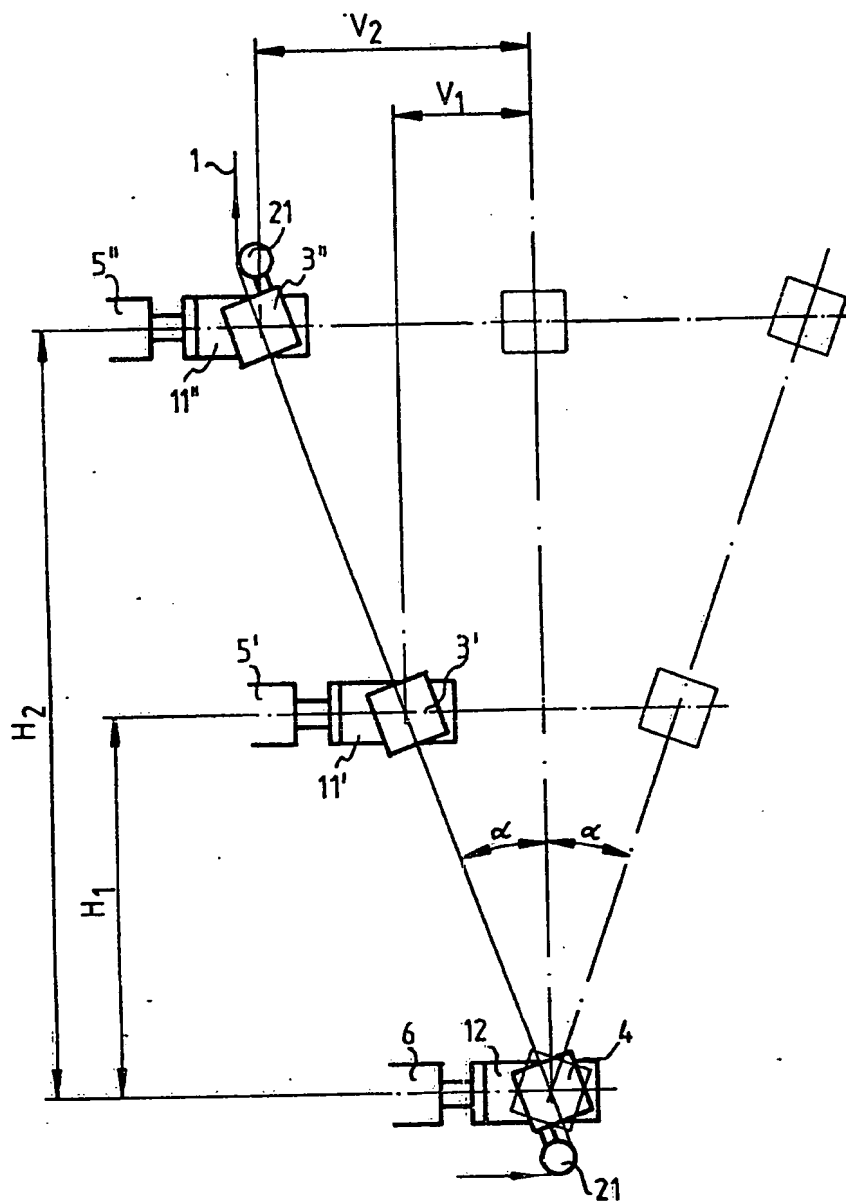


FIG. 3 b

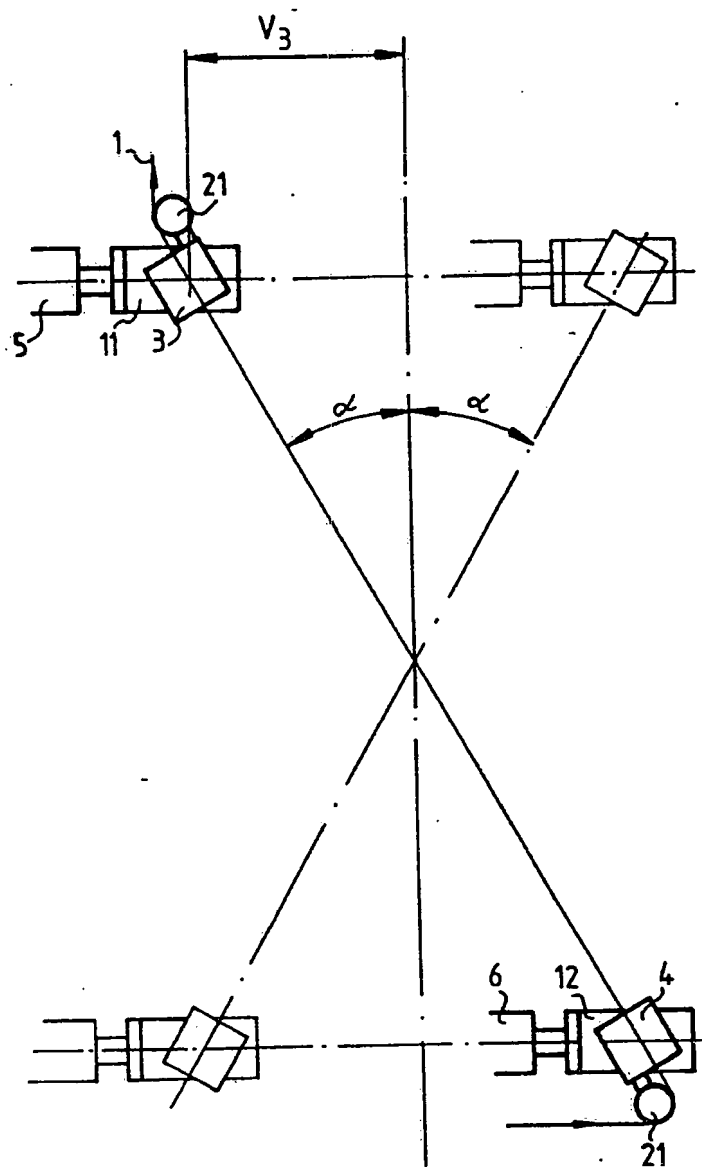


FIG. 4

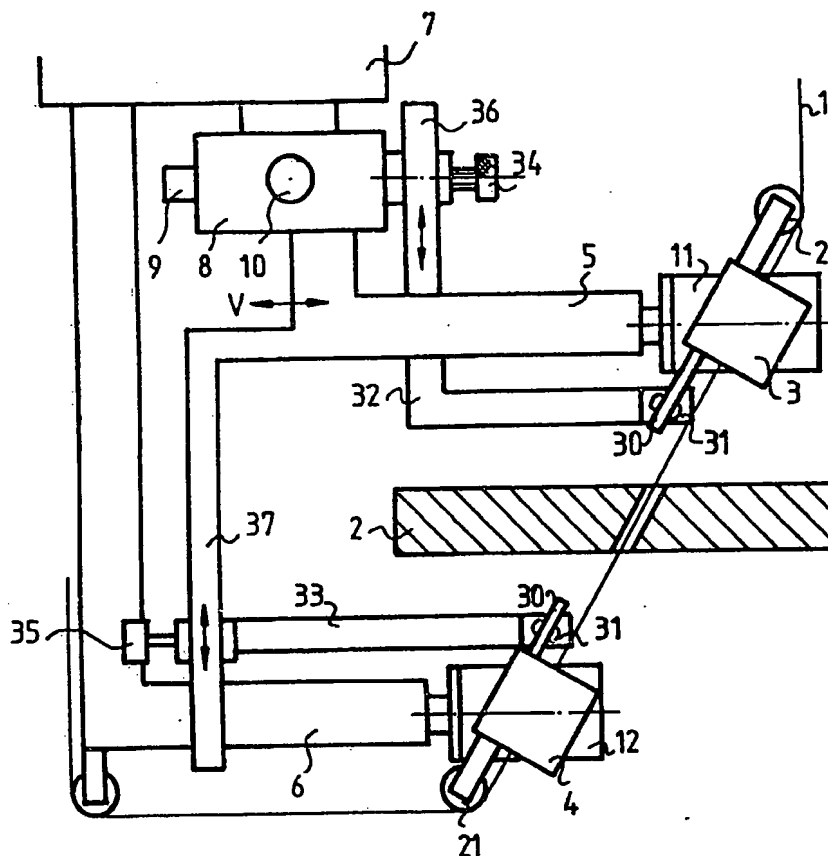


FIG. 5

